

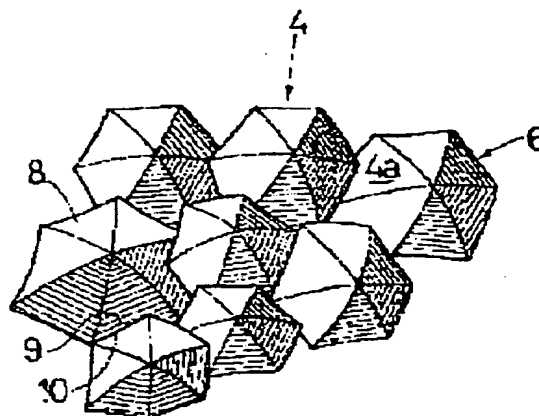
HIGH HARDNESS METALLIC COATING

Patent number: JP7286696
Publication date: 1995-10-31
Inventor: GUNJI TAKAHIRO; others: 03
Applicant: HONDA MOTOR CO LTD
Classification:
- international: F16N15/02; C23C16/08; F16J1/16
- european:
Application number: JP19940103322 19940418
Priority number(s):

Abstract of JP7286696

PURPOSE: To provide a metallic coating provided with high hardness and excellent burning resistance by constructing the coating of aggregate of metallic crystals and specifying an area rate of a pyramidal metallic crystal on the coating surface.

CONSTITUTION: In a metallic coating 4 consisting of aggregate of metallic crystals, an area rate A of hexagonal pyramid metallic crystal 6 on a coating surface 4a is not less than 40%, while a carbon content in the aggregate is not less than 0.03% by weight. As the coating surface 4a provides a complex phase because of existence of multiple hexagonal pyramid metallic crystals 6, a good oil holding property is provided, and abrasion in each of the hexagonal pyramid metallic crystals 6 is suppressed by high hardening accompanying the inclusion of carbon, and as a result, an oil holding property is maintained.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-286696

(43) 公開日 平成7年(1995)10月31日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 1 6 N 15/02				
C 2 3 C 16/08				
F 1 6 J 1/16				
// C 2 3 C 14/34		N 8414-4K		
C 2 5 D 3/20				

審査請求 有 請求項の数 3 F D (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平6-103322

(22) 出願日 平成6年(1994)4月18日

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 郡司 貴浩

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(72) 発明者 田畑 勝宗

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(72) 発明者 堂坂 健児

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 落合 健 (外1名)

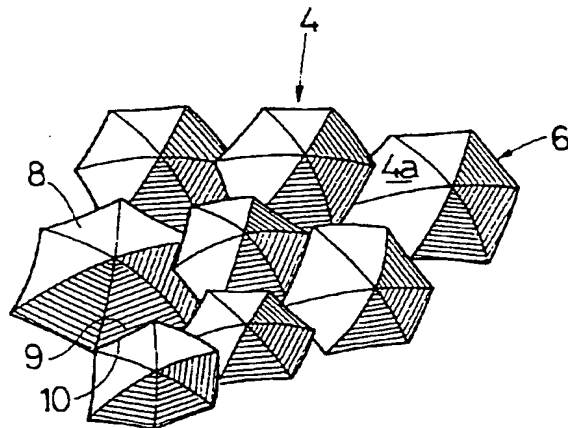
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高硬度金属皮膜

(57) 【要約】

【目的】 高硬度で、且つ耐焼付き性の優れた金属皮膜を提供する。

【構成】 金属皮膜4は、金属結晶の集合体より構成され、皮膜表面4aにおける六角錐状金属結晶6の面積率Aが $A \geq 40\%$ であり、また集合体におけるC含有量が $C \geq 0.03$ 重量%である。皮膜表面4aは、多数の六角錐状金属結晶6の存在により入組んだ様相を呈するので良好な保油性を有し、またC含有に伴う高硬化化により各六角錐状金属結晶6の摩耗が抑制されるので前記保油性が維持される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属結晶の集合体より構成される金属皮膜において、皮膜表面における角錐状金属結晶の面積率Aが $A \geq 40\%$ であり、また前記集合体におけるC含有量が $C \geq 0.03$ 重量%であることを特徴とする高硬度金属皮膜。

【請求項2】 前記金属結晶は体心立方構造を有し、前記角錐状金属結晶は、ミラー指数で(h h h)面を皮膜表面側に向けた(h h h)配向性金属結晶、またはミラー指数で(2 h h h)面を皮膜表面側に向けた(2 h h h)配向性金属結晶の少なくとも一方である、請求項1記載の高硬度金属皮膜。

【請求項3】 前記金属結晶はFe結晶であり、前記角錐状金属結晶は、ミラー指数で(h h h)面を皮膜表面側に向け、且つ六角錐状をなす(h h h)配向性Fe結晶である、請求項1または2記載の高硬度金属皮膜。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は高硬度金属皮膜、特に、金属結晶の集合体より構成され、高い硬さを有する金属皮膜に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種金属皮膜としては、例えば内燃機関用ピストンビンにおいて、銅製母材の外周面に、耐摩耗性の向上を狙って設けられるFeメッキ層が知られている。

【0003】しかしながら、内燃機関が高速、且つ高出力化の傾向にある現在の状況下では、従来の金属皮膜はその摺動面が比較的平滑であることに起因してオイル保持性、つまり保油性が十分でなく、耐焼付き性が乏しいという問題があった。

【0004】そこで、本出願人は、先に、金属皮膜としてその摺動面に多数の角錐状金属結晶を有するものを開発した(例えば、特開平4-351333号明細書および図面参照)。

【0005】このように構成すると、相隣る両金属結晶は相互に食込んだ状態を呈し、したがって摺動面は、多数の微細な山部と、それら山部の間に形成された多数の微細な谷部と、山部相互の食込みに因る多数の微細な沢部とからなる入組んだ様相を呈するので、金属皮膜の保油性が良好となる。これにより金属皮膜の耐焼付き性の向上が図られる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、前記金属皮膜について種々検討を加えたところ、その金属皮膜は硬さが比較的強く、したがって、より苛酷な摺動環境に対応するためには、金属皮膜の硬さを高め、その摺動環境における各角錐状金属結晶の摩耗を抑制して金属皮膜に良好な保油性を維持させることが必要である、ということが判明した。

【0007】本発明は前記要望を満足することのできる前記高硬度金属皮膜を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明に係る高硬度金属皮膜は、金属結晶の集合体より構成され、皮膜表面における角錐状金属結晶の面積率Aが $A \geq 40\%$ であり、また前記集合体におけるC含有量が $C \geq 0.03$ 重量%であることを特徴とする。

【0009】

【作用】角錐状金属結晶の面積率Aを前記のように設定すると、相隣る両角錐状金属結晶は相互に食込んだ状態を呈し、したがって皮膜表面は、多数の微細な山部と、それら山部の間に形成された多数の微細な谷部と、山部相互の食込みに因る多数の微細な沢部とからなる入組んだ様相を呈する。

【0010】また集合体におけるC含有量を前記のように設定すると、金属皮膜の硬さを大幅に高めることが可能である。

【0011】このような金属皮膜を摺動面構成体として用いると、苛酷な摺動環境においても角錐状金属結晶の摩耗が抑制されるので、潤滑下においては、摺動面構成体の良好な保油性が維持され、一方、無潤滑下においては、無数の微細な角錐状金属結晶により摺動荷重の分散が図られる。これにより摺動面構成体は、潤滑下および無潤滑下において、優れた耐焼付き性を発揮する。

【0012】また前記金属皮膜をボルト座面に形成して、その硬質の角錐状金属結晶を対向部材表面に食付かせ、これによりボルトの緩み止めを行うことも可能である。

【0013】なお、角錐状金属結晶の面積率Aが $A < 40\%$ では皮膜表面が単純化傾向となるので望ましくない。またC含有量が $C < 0.03$ 重量%では金属皮膜の硬さ向上度合が低くなる。一方、C含有量の上限値は $C = 0.8$ 重量%であることが望ましく、 $C > 0.8$ 重量%では、皮膜表面において金属結晶を角錐状に形成することが難しくなる。

【0014】

【実施例】

【実施例1】図1において、内燃機関用ピストンビン1は鋼よりなるパイプ状母材2を有し、その母材2の外周面3に、メッキ処理により層状摺動面構成体(金属皮膜)4が形成される。

【0015】図2に示すように、摺動面構成体4は、実施例では体心立方構造(b c c構造)を持つ金属結晶の集合体より構成され、また集合体におけるC含有量は $C \geq 0.03$ 重量%に設定される。その集合体は、図3に示すように、母材2より柱状に成長し、且つミラー指数で(h h h)面を、摺動面(皮膜表面)4a側に向けた多数の(h h h)配向性金属結晶5、または母材2より柱状に成長し、且つミラー指数で(2 h h h)面を摺動

面4a側に向けた多数の(2h h h)配向性金属結晶の少なくとも一方を有する。

【0016】前記のようにb c c構造を持つ金属結晶の集合体がミラー指数で(h h h)面を摺動面4a側に向けた多数の(h h h)配向性金属結晶5を有する場合、それら(h h h)配向性金属結晶5の先端部を、図4に示すように摺動面4aにおいて六角錐状金属結晶6、または図5に示すように三角錐状金属結晶7にすることができる。六角錐状金属結晶6は、三角錐状金属結晶7に比べて平均粒径が小さく、且つ粒径も略均一である。

(h h h)配向性金属結晶5において、粒径と高さとの間には相関関係があり、したがって粒径が略均一である、ということは高さも略等しいということである。

【0017】またb c c構造を持つ金属結晶の集合体がミラー指数で(2h h h)面を摺動面4a側に向けた多数の(2h h h)配向性金属結晶を有する場合、それら(2h h h)配向性金属結晶の先端部を小角錐状金属結晶にすることができる。

【0018】六、三角錐状金属結晶6、7および小角錐状金属結晶といった角錐状金属結晶の、摺動面4aにおける面積率Aは $A \geq 40\%$ に設定される。

【0019】このように面積率Aを設定すると、例えば、図4に示すように六角錐状金属結晶6において、相隣るものは相互に食込んだ状態となる。これにより摺動面4aは、三角錐状金属結晶7より形成される場合に比べて表面積を拡大され、また多数の極微細な山部8と、それら山部8の間に形成された多数の極微細な谷部9と、山部8相互の食込みに因る多数の極微細な沢部10とからなる非常に入組んだ様相を呈する。

【0020】また集合体におけるC含有量を前記のよう30に設定すると、摺動面構成体4の硬さを大幅に高めるこ*

*とが可能である。

【0021】このような摺動面構成体4の場合、苛酷な摺動環境においても各六角錐状金属結晶6の摩耗が抑制されるので、潤滑下においては、摺動面構成体4の良好な保油性が維持され、一方、無潤滑下においては、無数の極微細な六角錐状金属結晶6により摺動荷重の分散が図られる。これにより摺動面構成体4は、潤滑下および無潤滑下において、優れた耐焼付き性を発揮する。

【0022】さらに六角錐状金属結晶6の均一微細化に伴い、局所的な高面圧化を回避すると共に摺動荷重の微細分化を達成することができ、これにより摺動面構成体4は、潤滑下では勿論のこと、無潤滑下においても優れた耐摩耗性を発揮する。

【0023】図6に示すように、摺動面4aに沿う仮想面11に対する(h h h)面の傾きは六、三角錐状金属結晶6、7の傾きとなって現われるので、摺動面構成体4の保油性および耐摩耗性に影響を与える。そこで、

(h h h)面が仮想面11に対してなす傾き角 θ は $0^\circ \leq \theta \leq 15^\circ$ に設定される。この場合、(h h h)面の傾き方向については限定されない。傾き角 θ が $\theta > 15^\circ$ になると、摺動面構成体4の保油性および耐摩耗性が低下する。この傾き角 θ は(2h h h)面についても同じである。

【0024】b c c構造を持つ金属結晶としては、Fe、Cr、Mo、W、Ta、Zr、Nb、V等の単体または合金の結晶を挙げることができる。

【0025】摺動面構成体4を形成するためのメッキ処理において、電気Feメッキ処理を行う場合のメッキ浴条件は、表1の通りである。

【0026】

【表1】

組 成 (g/リットル)				p H	温度 (℃)
硫酸第1鉄	ホウ酸	硫酸アモニウム	C含有添加剤		
100～ 400	0～ 50	0～ 200	0～2	3～ 6.5	10～ 60

C含有添加剤としては、Cを含み、且つ水溶性であるものが用いられ、例えばサッカリン、ゼラチン、アスコルビン酸等が該当する。

【0027】通電法としては、主としてパルス電流法が適用される。パルス電流法においては、図7に示すように、メッキ用電源の電流Iは、その電流Iが最小電流I_{min}から立上って最大電流I_{max}に至り、次いで最小電流I_{min}へ下降することく、時間Tの経過に伴いパルス波形を描くように制御される。

【0028】そして、電流Iの立上り開始時から下降開始時までの通電時間をT_{on}とし、また先の立上り開始時から次の立上り開始時までの1サイクルとして、そのサ

イクル時間をT_cとしたとき、通電時間T_{on}とサイクル時間T_cとの比、即ち、時間比T_{on}/T_cはT_{on}/T_c ≤ 0.45に設定される。また最大陰極電流密度C_{Dmax}はC_{Dmax} ≥ 2 A/dm²に、また平均電流密度C_{Dm}はC_{Dm} ≥ 1 A/dm²にそれぞれ設定される。

【0029】このようなパルス電流法を適用すると、メッキ浴内において電流が流れたり、流れなかったりすることに起因して陰極近傍のイオン濃度が均一化され、これにより摺動面構成体4の組成を安定化させることができる。

【0030】前記電気Feメッキ処理において、メッキ浴条件および通電条件を変えることによって(h h h)

配向性Fe結晶または(2h h h)配向性Fe結晶の析出、その存在量を制御する。また摺動面構成体4におけるC含有量は極めて少ないので、その量を正確に制御すると共に均一に分散させるため、電気Feメッキ処理中、メッキ浴と同一組成および同一温度に調整された補充液を陽、陰極間に所定の供給量にて供給する。これを行わない場合には、メッキ浴におけるC含有添加剤濃度にはばらつきが生じるため、摺動面構成体4におけるC含有量の制御が困難となる。

【0031】メッキ処理としては、電気メッキ処理の外に、例えば気相メッキ法であるPVD法、CVD法、スパッタ法、イオンブレーティング等を挙げることができる。スパッタ法によりW、Moメッキを行う場合の条件は、例えばAr圧力 0.2~1Pa、平均Ar加速電力 直流1~1.5kW、母材温度 150~300℃である。CVD法によりWメッキを行う場合の条件は、例えば原材料 WF₆、ガス流量 2~15cc/min、チャンバ内圧力 50~300Pa、母材温度400~*

*600℃、ArFエキシマレーザの平均出力 5~40Wである。

【0032】以下、具体例について説明する。

【0033】銅(JIS SCM420)よりなるパイプ状母材2の外周面3に、電気Feメッキ処理を施すことによりFe結晶の集合体より構成された厚さ15μmの摺動面構成体4を形成して複数の内燃機関用ピストンピン1を製造した。

【0034】摺動面構成体の各例において、表2は例1~4の、表3は例5~8の、表4は例9~12の電気Feメッキ処理条件を示す。なお、メッキ処理時間は、例1~12における厚さを前記のように15μmに設定すべく、5~60分間の範囲内で種々変化させた。また前記補充液の供給量は0.5リットル/minに設定された。

【0035】

【表2】

摺動面 構成体	メ ッ キ 浴				パ ル ス 電 流 法			
	組成 (g/リットル)		pH	温度 (℃)	CDmax (A/dm ²)	CDm (A/dm ²)	Ton/Tc	Ton (msec)
	硫酸第1鉄	サッカリン						
例1	400	0	6	50	20	4	0.2	2
例2	400	0.5	6	50	20	4	0.2	2
例3	400	0.75	6	50	40	8	0.2	2
例4	400	1	6	50	50	10	0.2	2

【0036】

※ ※【表3】

摺動面 構成体	メ ッ キ 浴				パ ル ス 電 流 法			
	組成 (g/リットル)		pH	温度 (℃)	CDmax (A/dm ²)	CDm (A/dm ²)	Ton/Tc	Ton (msec)
	硫酸第1鉄	サッカリン						
例5	200	0	6	50	15	3	0.2	2
例6	200	0.5	6	50	15	3	0.2	2
例7	200	0.75	6	50	40	8	0.2	2
例8	200	1	6	50	50	10	0.2	2

【0037】

50 【表4】

摺動面 構成体	メ ッ キ 浴				パ ル ス 電 流 法			
	組成 (g/リットル)		pH	温度 (℃)	CDmax (A/dm ²)	CDm (A/dm ²)	T _{on} /T _c	T _{on} (msec)
	硫酸第1鉄	サッカリン						
例9	100	0	6	50	15	3	0.2	2
例10	100	0.5	6	50	17.5	3.5	0.2	2
例11	100	0.75	6	50	40	8	0.2	2
例12	100	1	6	50	50	10	0.2	2

表5は、例1～4、表6は例5～8、表7は例9～12 *硬さをそれぞれ示す。
 に関する摺動面の結晶形態、摺動面における三、六角錐 【0038】
 状Fe結晶の面積率Aおよび粒径、各配向性Fe結晶の 【表5】
 存在率S、C含有量ならびに摺動面構成体断面における*

摺動面 構成体	摺動面 の結晶 形態	六角錐状Fe結晶		配向性Fe結晶の存在率S (%)					C含有量 (重量%)	硬さ HnV
		面積率 A (%)	粒径 (μm)	{110}	{200}	{211}	{310}	{222}		
例1	六角錐	90	1～4	0.7	2	5.1	0.8	91.4	0.008	200
例2	六角錐	90	1～4	1	1.8	4.8	1.1	91.3	0.025	250
例3	六角錐	90	1～3	0.9	2.1	5.5	1.2	90.3	0.030	380
例4	六角錐	90	1～3	0.9	2.4	5.6	0.8	90.3	0.050	430

【0039】

【表6】

摺動面 構成体	摺動面 の結晶 形態	三角錐状Fe結晶		配向性Fe結晶の存在率S (%)					C含有量 (重量%)	硬さ R _{HV}
		面積率 A (%)	粒径 (μm)	{110}	{200}	{211}	{310}	{222}		
例5	三角錐	40	0.5~5	18	10.1	18.7	11.5	41.7	0.010	220
例6	三角錐	40	0.5~5	17.7	11.2	19.4	9.9	41.8	0.023	240
例7	三角錐	40	0.5~5	16.3	10.8	22.4	10.3	40.2	0.031	370
例8	三角錐	40	0.5~5	15	11	24.6	8.9	40.5	0.045	400

【0040】

* * 【表7】

摺動面 構成体	摺動面 の結晶 形態	三角錐状Fe結晶		配向性Fe結晶の存在率S (%)					C含有量 (重量%)	硬さ R _{HV}
		面積率 A (%)	粒径 (μm)	{110}	{200}	{211}	{310}	{222}		
例9	三角錐 粒状	35	0.5~6	19.8	13	18.9	13.5	34.8	0.010	220
例10	三角錐 粒状	35	0.5~6	19.3	12.5	19.8	13.3	35.1	0.023	240
例11	三角錐 粒状	35	0.5~6	18.8	13	19.5	13.3	35.4	0.035	380
例12	三角錐 粒状	35	0.5~6	19.5	12.7	19.9	11.9	36	0.050	450

三、六角錐状Fe結晶の面積率Aは、摺動面の面積をB、その摺動面において全部の三、六角錐状Fe結晶が占める面積をCとしたとき、 $A = (C/B) \times 100$ (%)として求められた。また六角錐状Fe結晶の粒径は、頂点を挟んで相対向する両角部間の距離、即ち、三つの距離の平均値である。三角錐状Fe結晶の粒径は、各角部から頂点を通して各対向辺に至る距離、即ち、三つの距離の平均値である。例1、5、9におけるC含有量は、メッキ浴中にサッカリンが添加されていないこと※

※から不純物と思われる。

【0041】存在率Sは、例1~12のX線回折図(X線照射方向は摺動面に対して直角方向)に基づいて次のような方法で求められたものである。一例として、例4について説明すると、図8は例4のX線回折図であり、各配向性Fe結晶の存在率Sは次式から求められた。なお、例えば{110}配向性Fe結晶とは、{110}面を摺動面4a側に向けた配向性Fe結晶を意味する。

$$\{110\} \text{ 配向性Fe結晶: } S_{110} = \{ (I_{110} / I_{A_{110}}) / T \} \times 100,$$

$$\{200\} \text{ 配向性Fe結晶: } S_{200} = \{ (I_{200} / I_{A_{200}}) / T \} \times 100,$$

$$\{211\} \text{ 配向性Fe結晶: } S_{211} = \{ (I_{211} / I_{A_{211}}) / T \} \times 100.$$

11

$$\{310\} \text{ 配向性Fe結晶: } S_{310} = \{ (I_{310} / I_{A_{310}}) / T \} \times 100,$$

$$\{222\} \text{ 配向性Fe結晶: } S_{222} = \{ (I_{222} / I_{A_{222}}) / T \} \times 100$$

ここで、 I_{110} 、 I_{200} 、 I_{211} 、 I_{310} 、 I_{222} は各結晶面のX線反射強度の測定値(cps)であり、また $I_{A_{110}}$ 、 $I_{A_{200}}$ 、 $I_{A_{211}}$ 、 $I_{A_{310}}$ 、 $I_{A_{222}}$ はASTMカードにおける各結晶面のX線反射強度比で、 $I_{A_{110}} = 100$ 、 $I_{A_{200}} = 20$ 、 $I_{A_{211}} = 30$ 、 $I_{A_{310}} = 12$ 、 $I_{A_{222}} = 6$ である。さらにTは、 $T = (I_{110} / I_{A_{110}}) + (I_{200} / I_{A_{200}}) + (I_{211} / I_{A_{211}}) + (I_{310} / I_{A_{310}}) + (I_{222} / I_{A_{222}})$ である。

【0042】図9は例4における摺動面の結晶構造を示す顕微鏡写真であり、多数の六角錐状Fe結晶が観察される。この場合、表5に示すように、六角錐状Fe結晶の面積率AはA=90%である。この六角錐状Fe結晶は(hhh)面、したがって{222}面を摺動面側に向けた{222}配向性Fe結晶であり、その{222}配向性Fe結晶の存在率Sは、表5、図8に示すように、S=90.3%である。

【0043】図10は、例1~4におけるC含有量と硬さとの関係をグラフ化したものである。図中、点(1)~(4)は例1~4にそれぞれ対応する。図10より、C含有量をC \geq 0.03重量%に設定すると、硬さが急激に上昇することが判る。これは例5~12についても同様である。

【0044】次に、例1~12を有するチップを作製し、それらについて、潤滑下でチップオンディスク方式による焼付きテストを行って、焼付き発生荷重を測定したところ、表8の結果を得た。テスト条件は次の通りである。ディスクの材質 A1-10重量%Si合金、ディスクの回転速度 15m/sec、給油量 0.3ml/min、チップの摺動面の面積 1cm²。

【0045】

【表8】

12

摺動面構成体	焼付き発生荷重(N)
例1	1400
例2	1500
例3	2000
例4	2200
例5	850
例6	900
例7	1300
例8	1400
例9	300
例10	350
例11	400
例12	500

図11は、例1~12に関するC含有量および三、六角錐状Fe結晶の面積率Aと、焼付き発生荷重との関係を示す。図中、点(1)~(12)は例1~12にそれぞれ対応する。

【0046】図11において、例1~4を比較すると、それらは六角錐状Fe結晶の面積率Aが同一であって、当初同等の保油性を有するが、例3、4はC含有量がC \geq 0.03重量%であって例1、2よりも硬さが高く、したがって例3、4は、優れた耐摩耗性を発揮するのでその保油性が維持され、その結果、例1、2よりも優れた耐焼付き性を有する。これは、例7、8と例5、6についても同様である。

【0047】また前記面積率Aは、例1~4の方が例5~8よりも大幅に高く、保油性に大きな差があることから、耐焼付き性は、例1~4の方が例5~8よりも優れている。

【0048】例9、10は保油性および硬さが共に低く、また例11、12は硬さは高いが保油性が低く、その結果、例9~12の耐焼付き性は大幅に低下する。

【0049】なお、前記例3、4、7、8は、铸铁(JIS FC25)よりなるカムシャフト用母材のジャーナル部等にも適用される。

【0050】【実施例2】実施例1における摺動面構成体の例1~12にそれぞれ対応するFeメッキ層の例1

～12を銅(JIS SCM420)よりなるディスクの表面に前記同様の方法で形成し、それらについて、無潤滑下でチップオンディスク方式による摺動テストを行って、摩擦係数 μ を測定したところ、表9の結果を得た。テスト条件は次の通りである。ディスクの回転速度 1m/sec、チップの材質 Al-10重量%Si合金、荷重 150N(一定)、チップの摺動面の面積 1cm²。

【0051】

【表9】

Feメッキ層	摩擦係数 μ
例1	0.08
例2	0.12
例3	0.20
例4	0.23
例5	0.10
例6	0.12
例7	0.18
例8	0.20
例9	0.15
例10	0.16
例11	0.17
例12	0.18

図12は、例1～12に関するC含有量および三、六角錐状Fe結晶の面積率Aと、摩擦係数 μ との関係を示す。図中、点(1)～(12)は例1～12にそれぞれ対応する。

【0052】図12において、例1～4を比較すると、それらは六角錐状Fe結晶の面積率Aが同一であって単位面積当りの荷重は略同等であるが、例3、4はC含有量がC \geq 0.03重量%であって例1、2よりも硬さが高く、したがって例3、4は例1、2よりも優れた耐摩耗性を有する。その結果、例3、4においては多数の六角錐状Fe結晶がチップに対し食付き効果を発揮するので、摩擦係数 μ は例1、2に比べて高くなる。これは、例7、8と例5、6についても同様である。

【0053】また例3、4と例7、8において、前記面積率Aは、例3、4の方が例7、8よりも大幅に高く、したがって前記食付き効果の大小に起因して例3、4の方が例7、8に比べて摩擦係数 μ が高くなる。

【0054】一方、例1、2および例5、6を含むC<0.03重量%の領域では、三角錐状Fe結晶が六角錐状Fe結晶に比べて傾きをもって形成され易い、ということに起因して、前記面積率A=40%のものにおいては局部的な当り部分が発生するため、均等な摩耗を生じる前記面積率A=90%のものよりも摩擦係数 μ が高くなる傾向にある。

【0055】例9～12の場合、前記面積率AがA<40%であることから、前記食付き効果が極めて小さく、したがって硬さの上昇に伴い摩擦係数 μ は比例的に高くなるが、それは例3、4、7、8に比べると低い。

【0056】例3、4、7、8は前記のように比較的大きな食付き効果を有するので、例3等をボルト座面に形成すると、例3等における硬質の三、六角錐状Fe結晶を対向部材表面に食付させることが可能であり、これによりボルトの緩み止めを行うことができる。

【0057】

【発明の効果】本発明によれば、前記のように特定された構造を具備することによって、高面圧下等のより苛酷な摺動環境下で用いられる摺動面構成体、ボルト緩み止め用皮膜等として最適な高硬度金属皮膜を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ピストンピンの要部斜視図である。

【図2】体心立方構造およびその(h h h)面、(2 h h h)面を示す斜視図である。

【図3】図1の3-3線拡大断面図である。

【図4】図3の4矢視図である。

【図5】三角錐状金属結晶の平面図である。

【図6】体心立方構造における(h h h)面の傾きを示す説明図である。

【図7】電気メッキ用電源の出力波形図である。

【図8】摺動面構成体のX線回折図である。

【図9】摺動面の結晶構造を示す顕微鏡写真である。

【図10】C含有量と硬さの関係を示すグラフである。

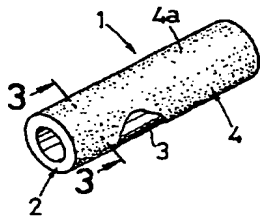
【図11】C含有量と焼付き発生荷重の関係を示すグラフである。

【図12】C含有量と摩擦係数の関係を示すグラフである。

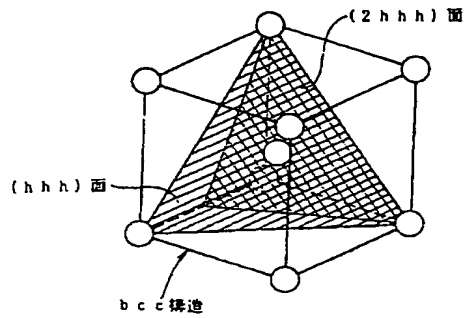
【符号の説明】

- 4 摺動面構成体(金属皮膜)
- 4a 摺動面(皮膜表面)
- 6 六角錐状金属結晶(角錐状金属結晶)
- 7 三角錐状金属結晶(角錐状金属結晶)

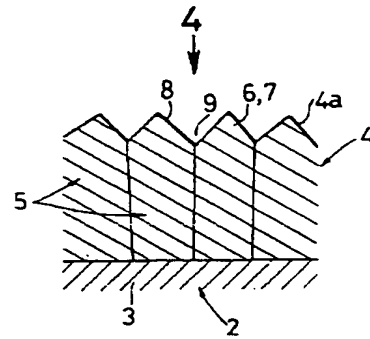
【図1】



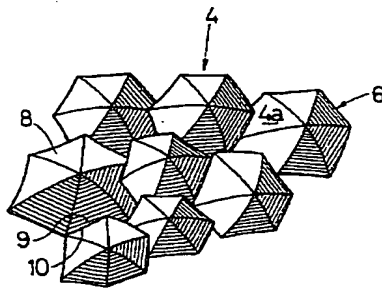
【図2】



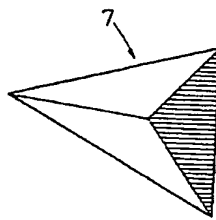
【図3】



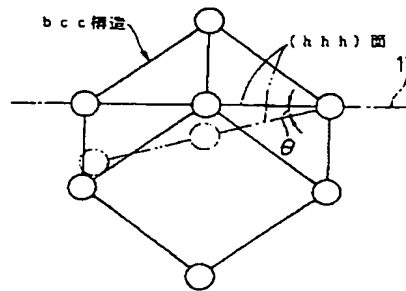
【図4】



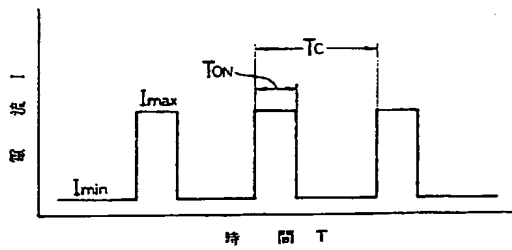
【図5】



【図6】



【図7】

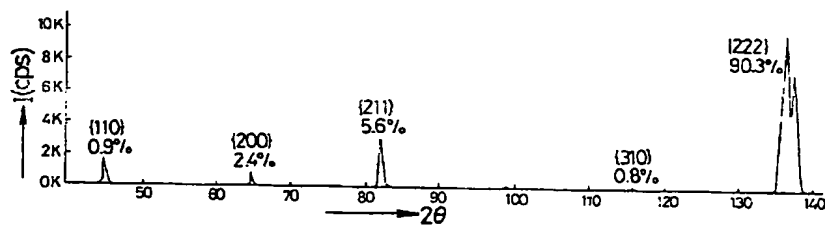


【図9】

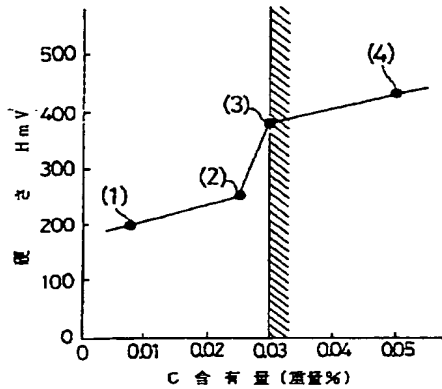
断面代用写真



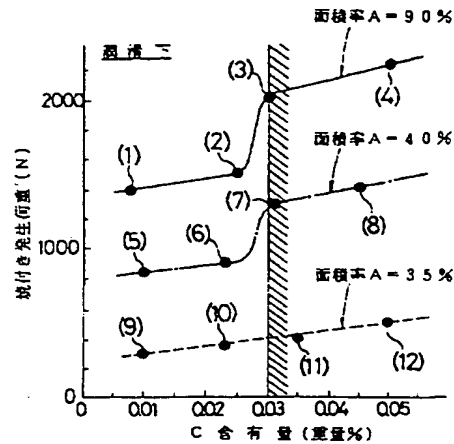
【図8】



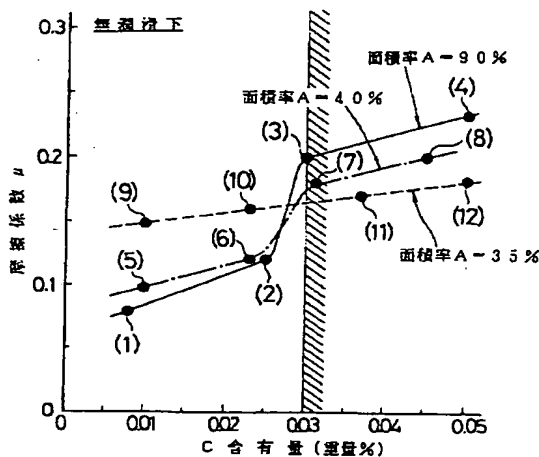
【図10】



【図11】



【図12】



【手続補正書】

【提出日】平成7年4月10日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正内容】

【0028】そして、電流Iの立上り開始時から下降開始時までの通電時間を T_{on} とし、また先の立上り開始時から次の立上り開始時までを1サイクルとして、そのサイクル時間を T_c としたとき、通電時間 T_{on} とサイクル時間 T_c との比、即ち、時間比 T_{on}/T_c は $T_{on}/T_c \leq 0.45$ に設定される。また最大陰極電流密度 CD_{max} は $CD_{max} \geq 2 A/cm^2$ に、また平均陰極電流密

度 CD_m は $CD_m \geq 1 A/cm^2$ にそれぞれ設定される。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0031

【補正方法】変更

【補正内容】

【0031】メッキ処理としては、電気メッキ処理の外に、例えば気相メッキ法であるPVD法、CVD法、スパッタ法、イオンプレーティング等を挙げることができる。スパッタ法によりW、Moメッキを行う場合の条件は、例えばAr圧力 0.2~1 Pa、平均Ar加速電力 直流1~1.5 kW、母材温度 150~300℃である。この場合、エチレンガスを、0.1~5 SCC

M (cc/min) にて母材表面に吹付けることによって摺動面構成体4にCを含有させることができる。CVD法によりWメッキを行う場合の条件は、例えば原材料 W F₆、ガス流量2~15 cc/min、チャンバ内圧力 50~300 Pa、母材温度400~600℃、Ar Fエキシマレーザの平均出力 5~40 Wである。この場合、メタンガスを、1~10 SCCM (cc/min) にてチャンバ内に流すことによって摺動面構成体4にCを含有させることができる。

*

*【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0040

【補正方法】変更

【補正内容】

【0040】

【表7】

摺動面構成体	摺動面の結晶形態	三角錐状Fe結晶		配向性Fe結晶の存在率S (%)					C含有量 (重量%)	硬さ BeV
		面積率 A (%)	粒径 (μm)	{110}	{200}	{211}	{310}	{222}		
例9	三角錐粒状	35	0.5~6	19.8	13	18.9	13.5	34.8	0.010	220
例10	三角錐粒状	35	0.5~6	19.3	12.5	19.8	13.3	35.1	0.023	240
例11	三角錐粒状	35	0.5~6	18.8	13	19.5	13.3	35.4	0.035	380
例12	三角錐粒状	35	0.5~6	19.5	12.7	19.9	11.9	36	0.050	450

三、六角錐状Fe結晶の面積率Aは、摺動面の面積をb、その摺動面において全部の三、六角錐状Fe結晶が占める面積をcとしたとき、 $A = (c/b) \times 100$ (%)として求められた。また六角錐状Fe結晶の粒径は、頂点を挟んで相対向する両角部間の距離、即ち、三つの距離の平均値である。三角錐状Fe結晶の粒径は、各角部から頂点を通して各対向辺に至る距離、即ち、三つの距離の平均値である。例1、5、9におけるC含有量は、メッキ浴中にサッカリンが添加されていないことから不純物と思われる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図1

【補正方法】変更

【補正内容】

【図1】ピストンピン部の要部破断斜視図である。

【手続補正5】

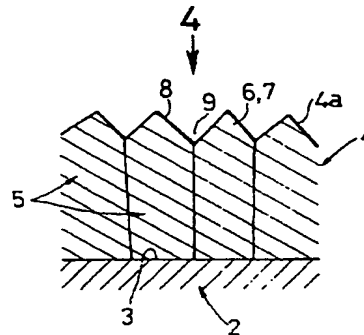
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図3

【補正方法】変更

【補正内容】

【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 広瀬 謙治
埼玉県和光市中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会
社本田技術研究所内